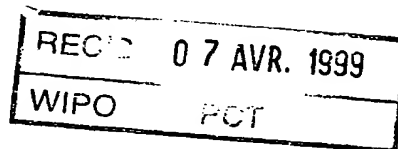


M.H.

PCT/DE 99 / 00078

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 99/78



Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zum Empfangen oder Senden von Nachrichten"

am 22. September 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 04 J und H 04 B der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 23. März 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

\ktenzeichen: 198 43 434.0

Hoiß

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

This Page Blank (uspto)



Beschreibung

Verfahren zum Empfangen oder Senden von Nachrichten

- 5 Bei der digitalen Übertragung von Nachrichten zwischen einem
~~Sender und einem Empfänger werden häufig sogenannte Spreiz-~~
folgen (spreading codes, Spreizcodes) verwendet. Wird ein
Sendesignal mit einer solchen Spreizfolge umgetastet, wird
die spektrale Breite des Sendesignals erhöht. Im allgemeinen
10 werden Spreizfolgen mit Zeittakten verwendet, deren Zeitkon-
stanten (Chips, TC) erheblich kleiner sind als die Pulsbrei-
ten (T) des digitalen Nachrichtensignals. Ein Puls oder ein
Symbol des digitalen Nachrichtensignals wird dann auf eine
Vielzahl N von Chips der Spreizfolge aufgeteilt, wodurch die
15 Bandbreite des Nachrichtensignals entsprechend vervielfacht
wird.

- Wichtige Beispiele solcher Übertragungsverfahren mit spektra-
ler Spreizung (spread spectrum) sind die sogenannten Code Di-
20 vision Multiple Access (CDMA) Verfahren, die z.B. im Bereich
der Mobiltelefonie oder der drahtlosen Datenübertragung eine
immer bedeutendere Rolle spielen. Bei diesen Verfahren wird
im Empfänger das gespreizte Signal mit einer passenden
Spreizfolge korreliert. Da unterschiedliche, nicht äquiva-
lente Spreizfolgen miteinander praktisch eine verschwindend
geringe Korrelation aufweisen, ermöglicht dieses Verfahren
die Detektion genau eines Nutzsignales aus einer Vielzahl von
in dem gespreizten Signal enthaltenen Nutzsignalen, wobei
alle anderen Nutzsignale, die im Sender mit anderen Spreiz-
30 folgen umgetastet wurden, im Empfänger wirksam unterdrückt
werden. Als notwendige Voraussetzung hierfür wird allgemein
angesehen, daß der Empfänger dieselbe Spreizfolge zur Korre-
lation verwendet, die auch zur Umtastung (Spreizung) des für
ihn bestimmten Nutzsignales verwendet wurde.

35

Vorrichtungen zur Durchführung solcher Verfahren sind im all-
gemeinen recht aufwendig konstruiert. Weil eine große und

ständig steigende Zahl von Nutzkanälen benötigt wird, werden die verwendeten Spreizfolgen recht lang und die entsprechenden Taktzeiten immer kürzer. Dies erfordert z.B. Korrelatoren entsprechender Komplexität und mit entsprechend hoher Taktrate.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine technische Lehre anzugeben, mit der der Aufwand für die Korrelation und allgemein für den Empfang gespreizter Signale verringert werden kann. Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß einem der Patentansprüche gelöst.

Bei diesen Verfahren wird zum Empfang der übertragenen Nachrichten eine zweite Spreizfolge verwendet, die kürzer ist als die zur Umtastung des Nachrichtensignals im Sender verwendete erste Spreizfolge. Umfaßt die erste Spreizfolge N Chips, kommt die zweite Spreizfolge mit M Chips aus, wobei M kleiner als N ist. Der Vorgang der Korrelation des gespreizten Signals mit der zweiten Spreizfolge im Empfänger wird hierdurch vereinfacht. Beim Senden von Nachrichten sieht die Erfindung die Verwendung geeigneter Spreizfolgen vor, mit denen die Orthogonalität der Spreizfolgen verschiedener Kanäle gewahrt werden kann.

Es sind zwar, z.B. aus der US-Patentschrift 5,673,260 (Method and System for CDMA Mobile Communication) vom 30. Sept. 1997, Systeme bekannt, bei denen zur Synchronisation des Empfängers mit dem Sender im Empfänger eine kürzere Spreizfolge als im Sender verwendet wird. Bei der Synchronisation werden jedoch sehr lange Synchronisationsdatensequenzen verwendet, die dem Empfänger exakt bekannt sind. Das Problem besteht hier also nicht in der Detektion der Daten (Nachrichten) sondern in der Ermittlung der passenden Zeitverzögerung zwischen Sender und Empfänger mit Hilfe bekannter Synchronisationsdaten. Die vorliegende Erfindung hingegen dient der Detektion von dem Empfänger unbekannten Daten. Werden hierbei verkürzte oder kürzere Spreizfolgen im Empfänger verwendet, unterscheidet sich

diese Vorgehensweise und die dabei zu lösenden Probleme grundlegend von der Synchronisation mit verkürzten Spreizfolgen.

- 5 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand
von nachgeordneten Patentansprüchen.
-

10 Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht eine adaptive Anpassung der Spreizfolgenlänge an die jeweils herrschenden Empfangsverhältnisse vor. Dabei kann die Empfangsqualität mit Hilfe redundanter Codes bestimmt und gegebenenfalls verbessert werden. Die Verwendung geeigneter Spreizfolgen gemäß entsprechenden Ausführungsformen der Erfindung erlaubt Energieeinsparungen durch intermittierende Abschaltung
15 oder langsamere Taktung bestimmter Hardwareeinheiten. Auf der Sendeseite können die Spreizfolgen gemäß entsprechenden Weiterbildungen der Erfindung so gewählt werden, daß eine (praktisch ausreichende) Orthogonalität der kurzen Spreizfolgen gewährleistet ist.

20

Im folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und mit Hilfe der Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine bevorzugte Wahl kurzer Spreizfolgen, die einen besonders energiesparenden Betrieb des Empfangsgerätes ermöglicht.

Figur 2 zeigt in schematischer Darstellung eine bevorzugte Auswahl von Spreizfolgen, mit der die Orthogonalität der
30 Spreizfolgen verschiedener Kanäle sichergestellt werden kann.

Bei einem nach dem Prinzip der Bandspreiztechnik (spread spectrum) ausgeführten Übertragungssystem werden die Datensymbole über den Übertragungskanal wie im Folgenden erläutert
35 übertragen. Das Sendesignal, z.B. aus Rechteckimpulsen der Dauer T bestehend, wird durch eine schnelle erste Spreizfolge der Länge $T=N \cdot T_C$ umgetastet. Dabei ist T_C die Chipdauer der

Spreizfolge (spreading code). Sie ist viel kleiner als T , so daß das Signal breitbandig wird. Idealerweise entsteht ein weißes breitbandiges Signal, das über den Mehrwegekanal mit Signallaufzeiten $\{t_k\}$ übertragen und im Empfänger detektiert wird.

Für den Zugriff mehrerer Nutzer werden zueinander orthogonale Spreizfolgen verwendet. Für jeden Nutzkanal wird eine eigene Spreizfolge verwendet, die zu den anderen Spreizfolgen orthogonal ist, d.h. dessen Korrelation mit den anderen Spreizfolgen (wenigstens praktisch) verschwindet. Daher können alle Nutzkanäle gleichzeitig über ein einziges breites Frequenzband übertragen werden und zum Empfänger gelangen.

Im Empfänger wird das Empfangssignal zur Detektion des Sendesignals mit der gleichen, allerdings um $t_k \in \{t_k\}$ verzögerten Spreizfolge korreliert. Diese Operation bezeichnet man auch als Entspreizung. Die einzelnen Teilnehmer werden mit Kenntnis der spezifischen orthogonalen Spreizfolge selektiert. Außerdem werden die Pfade mit den Laufzeiten $t_k \neq t_k$ unterdrückt, da eine zeitverschobene Spreizfolge im allgemeinen weder mit anderen Spreizfolgen noch mit sich selbst (nennenswert) korreliert. Anders interpretiert stellt der Empfänger ein an den jeweiligen Nutzkanal und an den Sender signalangepaßtes Filter dar. Durch die Korrelation gelingt die eindeutige Identifizierung des Senders auch im Falle eines geringen Signal-/Rauschverhältnisses.

Die Detektion erfolgt sobald ein Datenbit empfangen worden ist. Sie kann von leistungsfähigen Verfahren wie Deinterleaving oder einer Kanaldekodierung mittels Viterbi Algorithmus unterstützt werden. Dabei wird die Redundanz eines zur Kanalcodierung verwendeten Codes, der möglicherweise auch eine Fehlerkorrektur erlaubt, auf dem Wege einer schrittweisen statistischen Schätzung der Datenbits, z.B. mit einem maximum a posteriori probability (MAP) Schätzverfahren, zur Schätzung und bzw. oder Verbesserung der Empfangsqualität verwendet.

Derartige Verfahren sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt. Ihr Einsatz im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung bereitet dem Fachmann nach der Lektüre der vorliegenden Beschreibung der Erfindung keine Schwierigkeiten.

5

~~Sind diese Verfahren genügend leistungsfähig oder ist der Signal-/Rauschabstand genügend groß, so läßt sich die Nutzinformation auch dann rekonstruieren (detektieren); wenn man die Korrelation nicht mit der jeweils passenden, nutzerspezifischen ersten Spreizfolge der Länge $N \cdot T_C$ durchführt, die auch im Sender verwendet wurde. Dies ist die grundlegende Idee, auf der die vorliegende Erfindung basiert. Man kann nämlich statt dessen auch eine verkürzte oder kürzere zweite Spreizfolge der Länge $M \cdot T_C$ mit $M < N$ einsetzen und anstatt N Chips nun lediglich M Chips in die Signalverarbeitung mit einbeziehen.~~

Hierdurch ist eine entsprechende Einsparung von Hardwareresourcen und Energie möglich. Denn man kann bei geeigneter Wahl einer verkürzten oder kürzeren Spreizfolge, die z.B. eine - äquidistant oder nicht äquidistant - unterabgetastete Teilfolge der im Sender verwendeten Spreizfolge sein kann, Systeme mit entsprechend geringeren Taktraten oder weniger leistungsfähige und stromsparendere Prozessoren einsetzen. Verwendet man andererseits verkürzte Spreizfolgen, die zusammenhängende Teilstücke der im Sender verwendeten Spreizfolgen sind, kann man Hardwareeinheiten intermittierend abschalten und so Energie sparen. Dies geht besonders vorteilhaft, wenn man verkürzte Spreizfolgen für zwei aufeinanderfolgende Symbole einer zu detektierenden Nachricht so wählt, daß eine Abschaltung einzelner Einrichtungen einer Empfangseinheit über möglichst lange zusammenhängende Zeiträume möglich ist. Dies läßt sich - wie in Figur 1 gezeigt - am einfachsten realisieren, wenn man ein Paar von verkürzten Spreizfolgen verwendet, dessen zeitlich erste Spreizfolge (KSF1) mit dem Ende der entsprechenden unverkürzten Spreizfolge (SF1) übereinstimmt und dessen zeitlich zweite Spreizfolge (KSF2) mit dem Anfang

der entsprechenden unverkürzten Spreizfolge (SF2) übereinstimmt.

Neben verkürzten Spreizfolgen im eigentlich Wortsinn, die
5 echte Teilfolgen, z.B. (a1, a4, a6, a7, a10, a11, a34, ...),
~~einer unverkürzten Spreizfolge, z.B. (a1, a2, a3, a4, a5, a6,~~
a7, ...), sind, können auch andere kurze Spreizfolgen verwendet werden, die als Teilfolgen, z.B. (b1, b3, b5, b7, b9,
...), einer anderen unverkürzten Spreizfolge, z.B. (b1, b2,
10 b3, b4, b5, b6, ...), aufgefaßt werden können, die allerdings
eine genügend große Kreuzkorrelation, im wesentlich proportional zu (a1+b1, a2+b2, a3+b3, a4+b4, ...), miteinander aufweisen müssen, damit der gewünschte Nachrichtenkanal mit ausreichendem Signal-/Rauschverhältnis detektiert werden kann
15 und andere Nachrichtenkanäle hinreichend unterdrückt werden können. Wenn im Rahmen der Beschreibung dieser Erfindung von einer verkürzten Spreizfolge die Rede ist, um die Diktion nicht zu unübersichtlich werden zu lassen, sollen daher immer auch solche allgemeineren, besser als kürzere oder kurze
20 Spreizfolgen zu bezeichnende Spreizfolgen gemeint sein, wenn nicht ausdrücklich das Gegenteil gesagt wird. Ebenso müssen Spreizfolgen im allgemeinen natürlich nicht mit anderen Spreizfolgen im strikten Sinne des Wortes übereinstimmen, um eine sachdienliche Korrelation zu ermöglichen; es genügt
25 vielmehr in den meisten Fällen eine ausreichend hohe Kreuzkorrelation. Auch dies gilt es beim Lesen dieser Beschreibung stets zu berücksichtigen, wenn aus Gründen der leichteren Lesbarkeit in dieser Beschreibung stellenweise einfach nur von einer (u.U. auch nur teilweisen) Übereinstimmung
30 zweier Spreizfolgen die Rede ist.

Nach dem Empfang eines mit Hilfe der Bandspreiztechnik übertragenen Bits oder Symbols der Länge $N \cdot TC$ wird die Entsprechung gestartet. Bei ausreichendem Signal-/Rauschverhältnis
35 läßt sich daraus durch Korrelation mit der verkürzten spezifischen Spreizfolge der Länge $M \cdot TC$ im allgemeinen das gesendete Symbol sowie die gesendeten Nutzdaten komplett rekon-

struieren. Dies wird durch Ausnutzung der bei der Kanalcodierung implementierten Redundanz erleichtert. Daraus resultiert eine Einsparung, weil nicht alle gesendeten Chips empfangen und verarbeitet werden müssen.

5

~~Sollte die Rekonstruktion der Nutzdaten wider Erwarten, z.B.~~

wegen einer zu schlechten Empfangsqualität, nicht möglich sein, müssen die Daten durch erneute Korrelation mit einer gegebenenfalls längeren Spreizfolge präzisiert werden. Dazu sind weitere Chips mit in die Korrelation einzubeziehen. Ergebnisse vorheriger Durchläufe können ausgenutzt werden. Als Entscheidungsgrundlage für den Zustand des jeweils gesendeten Bits kann die Bewertung des Signal-/Rauschabstandes oder der Ergebnisse der statistischen Schätzung bei der Kanaldecodierung sein. Mit Kenntnis der Übertragungsqualität kann auch eine Abschätzung für die Mindestlänge der verkürzten Spreizfolge abhängig von der geforderten Zuverlässigkeit getroffen werden.

10

15

20

Durch die Verwendung kürzerer Spreizfolgen verringert sich die Anzahl zueinander orthogonaler Spreizfolgen. Deshalb ist es vorteilhaft, den Modus und die Reihenfolge der Zuweisung der Spreizfolgen an die Nutzer bzw. an die logischen Kanäle sinnvoll vorzugeben bzw. bestimmte Spreizfolgen innerhalb einer Funkzelle nicht zu nutzen. Beispielsweise könnte - wie in Figur 2 dargestellt - vorgesehen werden, daß diejenige Spreizfolge, deren erste Hälfte mit der Spreizfolge des Paging-Kanals übereinstimmt, im System nicht oder erst als letzte verwendet wird.

30

Dieses Prinzip ist insbesondere für den sogenannten Paging Modus und den sogenannten Broadcast-Kanal (BCCH) anwendbar. Dort wird ein Signal an mehrere Mobilstationen, die sich in einer Funkzelle befinden, gesendet. Um sicherzustellen, daß dieses Signal von allen Mobilstationen empfangen werden kann, muß es mit verhältnismäßig hoher Leistung gesendet werden. Die meisten Mobilstationen befinden sich in einer günstigen

35

Position, in der die Empfangsqualität genügend gut ist, und können das hier beschriebene Verfahren der Korrelation mit kürzeren Spreizfolgen anwenden, ohne die Nachricht zu verpassen. Die damit verbundene Stromeinsparung ist im Paging Modus besonders wichtig, da sie direkt und besonders spürbar zur
5 ~~Verlängerung der Stand-by-Zeit beiträgt.~~

Zur intermittierenden Abschaltung eignen sich besonders Analog-/Digitalwandler und Korrelatoren. Diese Verfahrensvariante ist besonders vorteilhaft im Zusammenhang mit der in Figur 1 gezeigten Wahl von Spreizfolgen. Für die Variante der Taktung mit geringerer Taktfrequenz sind unterabgetastete Teilfolgen besonders geeignet. Dem Fachmann ist anhand dieser Beschreibung klar, daß beide Maßnahmen auch kombiniert zum
15 Einsatz kommen können.

Wie in Figur 1 schematisch dargestellt, werden zur Umtastung (Spreizung) der zeitlich aufeinander folgenden Nachrichtensymbole (Daten, Bits, Codewörter, oder ähnliches) NS1, NS2, NS3, NS4, im Sender die ersten Spreizfolgen SF1 und SF2 verwendet. Benutzt man im Empfänger nun die kurzen oder verkürzten Spreizfolgen KSF1 und KSF2, die zeitlich so plaziert sind, daß das Steuersignal CS für die Steuerung der ein- und auszuschaltenden Hardware-Einrichtungen nur zu den Zeiten t1 und t3 eingeschaltet und zu den Zeiten t2 und t4 ausgeschaltet werden muß. Bei einer zeitlich nicht zusammenhängenden Platzierung der kurzen Spreizfolgen KSF1 und KSF2 müßte das Steuersignal schneller umgetastet werden, wodurch ein größerer Energieverbrauch verursacht würde.

Figur 2 veranschaulicht die Zusammenhänge bei der Auswahl geeigneter Spreizfolgen. Diese lassen sich in einem sogenannten Code-Baum systematisch darstellen, der mit zunehmender Länge der Spreizfolgen eine exponentiell wachsende Zahl von orthogonalen Spreizfolgen zur Verfügung stellt. Da andere Arten oder Systematiken von Spreizfolgen, die letztlich im wesentlichen äquivalent sind, dem Fachmann bekannt sind, wird hier

nur diese Art von Spreizfolgen behandelt. Die Erfindung kann aber mit anderen Arten von Spreizcodes ebenso gut ausgeführt werden. Um zu verhindern, daß durch eine Verwendung kürzerer oder verkürzter Spreizfolgen ein Verlust der Orthogonalität

5 eintritt, ist es sinnvoll, die Spreizfolgen im Bereich r1 für den Paging-Kanal zu reservieren und nur die Spreizfolgen aus dem Bereich r2 für die Spreizung von individuellen Nutzerkanälen zu verwenden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Empfang von Nachrichten, bei dem ein mit Hilfe einer ersten Spreizfolge spektral gespreiztes Signal zur Detektion der Nachrichten mit einer zweiten Spreizfolge korreliert wird, welche kürzer ist als die erste Spreizfolge.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die verkürzte zweite Spreizfolge eine Teilfolge der ersten Spreizfolge ist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zweite Spreizfolge möglichst kurz aber gerade so lang gewählt wird, daß ein Empfang von Nachrichten mit ausreichender Qualität oder Sicherheit möglich ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Qualität der empfangenen Nachrichten laufend bewertet wird, und bei dem die Länge der verwendeten zweiten Spreizfolge laufend der momentanen Empfangsqualität so angepaßt wird, daß eine ausreichende Empfangsqualität erreicht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, bei dem die Empfangsqualität mit Hilfe redundanter Codes bestimmt wird, welche zur Kanalcodierung der Nachrichten verwendet wurden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3, 4, oder 5, bei dem die Empfangsqualität mit Hilfe von Fehlerkorrektur-Codes verbessert wird, welche zur Kanalcodierung der Nachrichten verwendet wurden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem einzelne Einrichtungen einer Empfangseinheit, wie z.B. Analog/Digital-Wandler oder Korrelatoren intermittierend abgeschaltet oder mit einer geringeren Taktfrequenz betrieben werden, weil zur Korrelation eine zweite Spreizfolge verwendet wird, die kürzer ist als die erste Spreizfolge.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die intermittierende Abschaltung einzelner Einrichtungen einer Empfangseinheit durch eine hierfür vorgesehene Steuereinrichtung so gesteuert wird, daß der Stromverbrauch der Empfangseinheit bei vorgegebener Empfangsqualität so gering wie möglich ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem verkürzte Spreizfolgen für zwei aufeinanderfolgende Symbole einer zu detektierenden Nachricht so gewählt werden, daß eine Abschaltung einzelner Einrichtungen einer Empfangseinheit über möglichst lange zusammenhängende Zeiträume möglich ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zweite oder eine vorherige Spreizfolge zu einer dritten oder weiteren Spreizfolge, die ebenfalls kürzer als die erste Spreizfolge ist, verlängert wird, falls die Empfangsqualität bei Verwendung der zweiten oder vorherigen Spreizfolge nicht ausreichend ist.

11. Verfahren zum Senden von Nachrichten an eine Mehrzahl von Empfängern, bei dem

- a) Nachrichtensignale für einzelne Empfänger mit für jeden Empfänger individuell verschiedenen ersten Spreizfolgen spektral gespreizt werden,
- b) Nachrichtensignale, die für eine Gruppe von Empfängern bestimmt sind mit einer allen Empfängern dieser Gruppe gemeinsamen ersten Spreizfolge spektral gespreizt werden, und bei dem
- c) die individuell verschiedenen ersten Spreizfolgen so gewählt werden oder gewählt sind, daß die zu diesen individuell verschiedenen ersten Spreizfolgen gehörenden zweiten Spreizfolgen eine möglichst geringe oder im Idealfall verschwindende Korrelation mit einer Spreizfolge aufweist, der für diese Gruppe von Empfängern verwendet wird.

12. Verfahren zum Senden von Nachrichten an eine Mehrzahl von Empfängern, bei dem eine Spreizfolge, die mit der Spreizfolge

eines Paging-Kanals eine nicht im wesentlichen verschwindende Kreuzkorrelation aufweist, nicht oder nur dann verwendet wird, wenn keine andere Spreizfolge mehr zur Verfügung steht.

Zusammenfassung

Verfahren zum Empfangen oder Senden von Nachrichten

- 5 Die Verwendung verkürzter Spreizfolgen (spreading codes) insbesondere ~~im Paging-Kanal zur Korrelation beim Empfang von~~ CDMA-Signalen ermöglicht stromsparende Maßnahmen wie z.B. das intermittierende Abschalten von A/D-Wandlern oder Korrelatoren. Um die Orthogonalität der Spreizfolgen zu wahren, sind
- 10 die verwendeten Spreizfolgen so zu wählen, daß sie möglichst nicht mit der Paging-Kanal-Spreizfolge korrelieren.

1/2

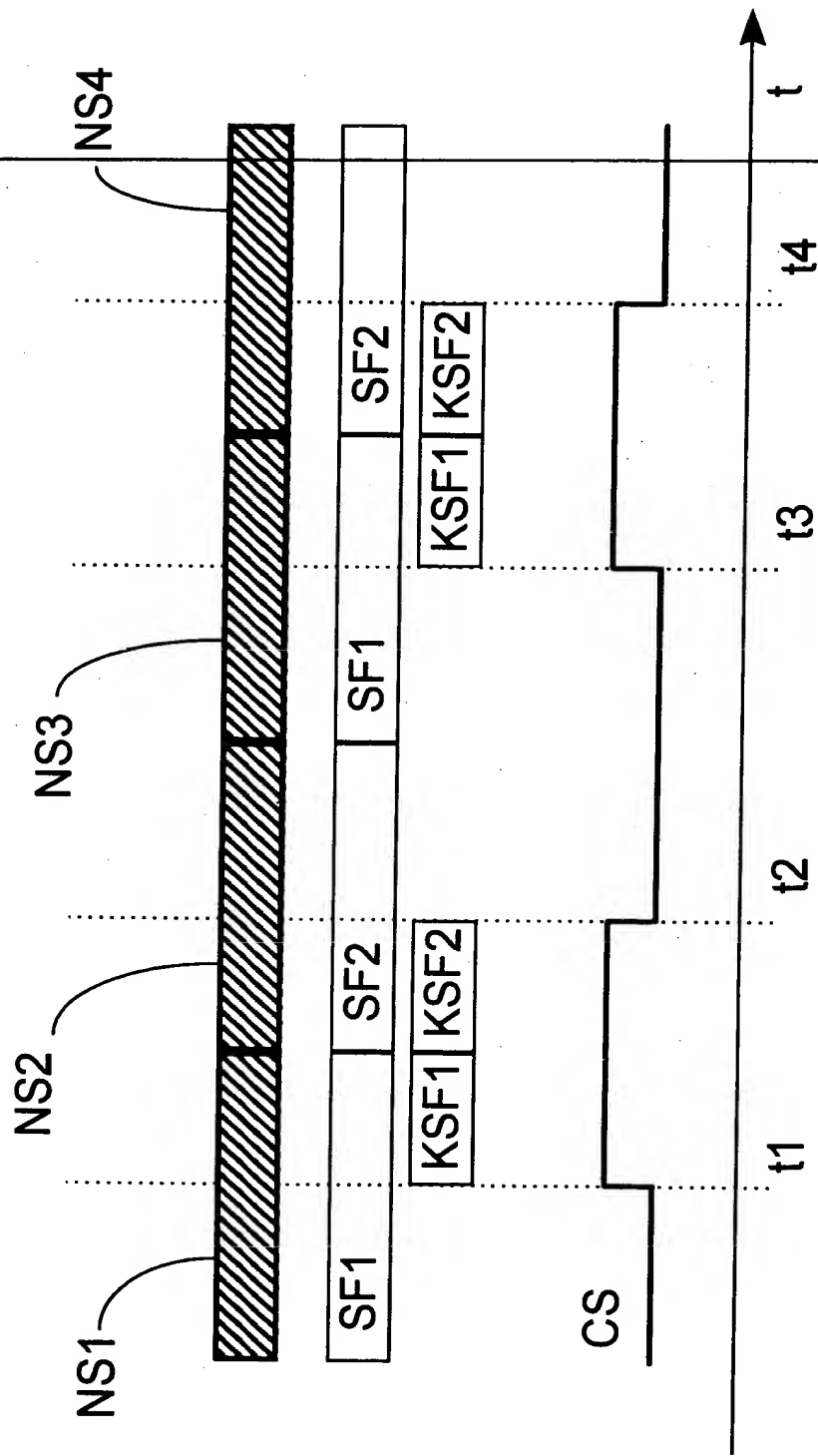
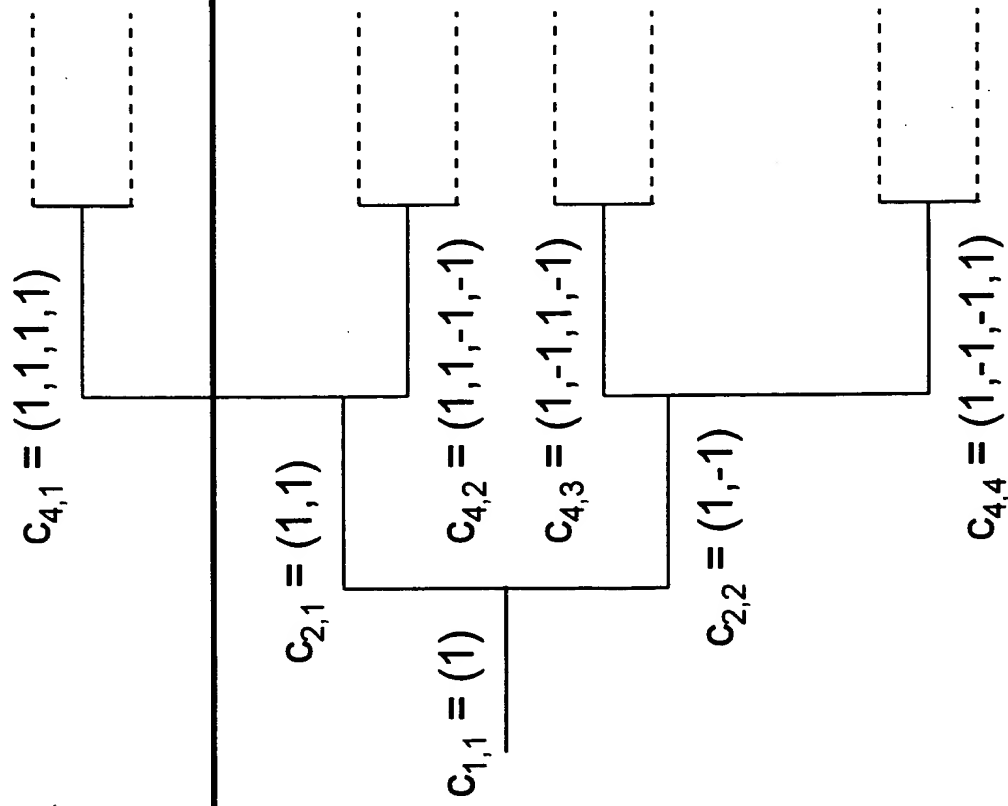


Fig. 1

2/2



r1

r2

Fig. 2

This Page Blank (uspto)